



**Коммерциялық емес
акционерлік қоғам**

**ҒҰМАРБЕК ДӘУКЕЕВ
АТЫНДАҒЫ АЛМАТЫ
ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ
БАЙЛАНЫС
УНИВЕРСИТЕТІ**

Ғарыштық инженерия
кафедрасы

ФИЗИКА 2

6B07101 – Электр энергетикасы мамандықтарының студенттері үшін есептеу-сызба жұмыстарды орындау бойынша әдістемелік нұсқаулықтар

Алматы 2021

ҚҰРАСТЫРУШЫЛАР: Алджамбекова Г.Т., Искаков Ж.И., Наурызбаева Г.К. Физика 2: 6В07101 – Электр энергетикасы мамандықтарының студенттері үшін есептеу-сызба жұмыстарды орындау бойынша әдістемелік нұсқаулықтар. - Алматы: АЭЖБУ, 2021 ж. - 32 б.

Әдістемелік нұсқаулықта есептеу-сызба жұмыстарының (ЕСЖ) тапсырмалары және оларды рәсімдеу, мазмұны, қолданылатын әдебиеттер көрсетілген.

Кесте – 3, без. - 23, әдеб. көрсеткіші – 16.

Пікір беруші: Чежимбаева К.С.

«Ғұмарбек Даукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамының 2020 жылғы жоспары бойынша басылды

© «Ғұмарбек Даукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті» КЕАҚ, 2021 ж.

Кіріспе

Физика 2 курсының оқыту жоғары мектеп түлектерінің инженерлік-техникалық білімінің, дағдысы мен машықтарының іргелі базасын жасайды, олардың ғылыми дүниетанымын қалыптастырады.

Курстың негізгі мақсаттары:

1) Классикалық физика теориялары мен оның негізгі заңдарын, сондай-ақ физикалық зерттеулер әдістерін қолдану арқылы студенттердің біліктіліктері мен дағдыларын қалыптастыру;

2) Студенттердің шығармашылық ой-танымы мен ғылыми дүниетанымын, өзіндік танымдық іс-әрекет дағдыларын және физикалық жағдайларды модельдеу біліктіліктерін қалыптастыру.

«Физика 2» курсы бойынша классикалық физиканың «Максвелл теңдеулері», «Тербелістер мен толқындар физикасы», «Кванттық физика және атом физикасы», «Қатты дене, атом ядросы және элементар бөлшектер» бөлімдері оқытылады.

Студенттердің физиканы оқып үйренуде алған білімдері мен біліктіліктері «Электротізбектердің теориялық негіздері», «Электрлік машиналар», «Электр технологиялық қондырғылар», «Ауыспалы процестер» сияқты техникалық пәндерді оқуда негіз бола алады.

Физика 2 курсы оқу бағдаламасына сай үш модульден есептеу-графикалық жұмыстары берілген.

1 «Физика 2» пәнін меңгеруге арналған сілтемелер

«Физика 2» пәні «Физика 1» курсының жалғасы болып табылады және бұл пәнді оқып үйрену үшін алдыңғы алынған білімдерге сүйену қажет. Классикалық физиканы «Максвелл теңдеулері» бөлімімен аяқтап, кванттық физика және кванттық механиканы оқып үйренуге өте отырып, қазіргі заманғы физика негізінде жататын жаңа ұсыныстар мен классикалық физиканың жетістіктерін түсіну, қазіргі заманғы (кванттық) физика принциптері мен заңдарын, негізгі түсініктері мен маңызды салдарын меңгеру қажет.

«Максвелл теңдеулері» бөлімінде электромагниттік индукция (Фарадей-Максвелл заңы) құбылысын, оның электромагниттік өріс (Максвелл теориясы) теориясының дамуындағы рөлін білу және Максвелл теңдеулерінің физикалық мағынасына аса мән берілуі тиіс.

«Тербелістер мен толқындар» бөлімінде механикалық және электрлік тербелістер мен толқындарды олардың ұқсастықтары мен айырмашылықтарын және негізгі сипаттамалары мен теңдеулеріне мән бере отырып, оларды параллель оқып үйрену қажет.

«Кванттық физика және атомдық физика» бөлімінде негізінен мыналарға мән берілуі қажет:

- сәуле шығарудың кванттық табиғатын дамытудағы жылулық сәуле шығарудың рөлі;
- жылулық сәуле шығарудың негізгі заңдылықтары, Комптон эффект, фотоэффект;
- электромагнитті сәуле шығарудың кванты ретінде фотонның қасиеттері мен сипаттамалары;
- электромагнитті сәуле мен заттардың корпускулалы-толқындық дуализмі табиғаттың әмбебап заңы ретінде.

Классикалық механика түсініктерінің қолдануына кванттық шектеу ретінде анықталмағандықтар арақатынастарының физикалық мағынасына мән берілуі тиіс.

«Қатты денелер, атом ядросы және элементар бөлшектер» бөлімінде электрондардың шалаөткізгіштер, диэлектриктер және металдар арасында энергетикалық аумақтар бойынша таралуының айырмашылықтарын түсіну; шалаөткізгіштердің қоспалық және меншікті өткізгіштіктерін оқып үйрену, фотоөткізгіштіктің және $p-n$ ауысуының қасиеттерін түсіну қажет. Атом ядросының құрылымын, ядролық күштердің ерекшеліктерін, термоядролық және ауыр ядролардың бөліну реакцияларының физикалық табиғатын, ішкі ядролық энергияларды практикада қолдану мүмкіндіктерін жақсы білу керек.

2 Есептеу – сызба жұмыстарын орындауға және дайындауға қойылатын жалпы талаптар

Физикалық есептердің түрлері көп болғандықтан оларды шешудің біртұтас әдісі жоқ, әйтсе де физикалық есептерді шығаруда келесі жалпы алгоритмдерді ескерген жөн:

- есептің мазмұнын мұқият түсініп, қарастырылатын жүйенің (объектінің) қандай шартта тұрғанын анықтап, есептің физикалық мағынасын түсіндіретін сызбалар мен суреттерін салыңыз;

- берілген жағдайда қандай физикалық заңдарды қолдануға болатынын ойлаңыз және олардың жалпы өрнегін жазып, берілген есепке қолданыңыз. Өрнектегі әр белгінің мағынасын ашып көрсетіңіз;

- есепті жалпы түрде шығарып, ізделінген шаманы өрнектейтін есептеу формуласын алыңыз. Берілген сандық мәндерді тек осы есептеу формуласына қойып шешіңіз;

- формуладағы барлық шамалардың өлшем бірліктерін бірдей (СИ) бірліктер жүйесіне келтіріңіз;

- кейбір жағдайда жауаптың дұрыс екенін орынды бағалау қажет, ол қателеспеуге көмектеседі;

- кванттық механикада шамалардың анықталмағандықтарын ($\Delta W \cdot \Delta t \geq \hbar$, $\Delta x \cdot \Delta p_x \geq \hbar$) есептегенде, *міндетті түрде* қарастырылып отырған бөлшектер *классикалық* немесе *кванттық* болатынын анықтап, қорытынды шығарылуы тиіс.

Әр есептеу-сызбалық жұмысы және бақылау жұмысы жеке (мектеп) дәптерде немесе компьютерде теріліп жазылады. Мұқабасында кафедра, пән аты, жұмыстың нөмірі мен нұсқасы, жұмысты орындаған және тексерген адамдардың аты-жөні, тексеруге берілген уақыты көрсетілуі керек.

Мысалы:

«Физика2» пәні бойынша ЕГЖ № 1,

ЭӘК-19-01 тобының студенті

Жылқыбаев А.Р.

12 нұсқа (шифр 225321).

Жұмыс мұқият, таза орындалуы тиіс, суреттерді және сызбаларды салуда қарындаш пен сызғышты қолдану керек.

Есептің берілгендері қысқартылмай толығымен көшіріледі. Сонан кейін жалпыға мәлім символдық белгілеулер арқылы қысқаша «Берілгені» деген сөзбен бастап көркемдеу керек. Әр есептің шығарылуында қолданылған физикалық заңдар мен принциптердің мағынасын ашып көрсететін түсініктеме сөздер міндетті түрде жазылуы тиіс. Есеп жалпы түрде шығарылғаннан кейін, яғни жауабы есептелу формуласы түрінде алынғаннан кейін, жуықтап есептеу ережелеріне сәйкес есептеулер жүргізіледі. Ізделінген шаманың өлшем бірлігі көрсетілуі тиіс. Жауаптың сан мәнін алған соң, оның

дұрыстығын тексеру керек, кейде осылай тексеру алынған нәтиженің қате екенін көрсетеді.

Оқытушының ескертулері жазылымын арнайы орын қалдырыңыз.

Жұмыс соңында физиканы оқып үйренуде қандай оқулықтар немесе оқу құралдары қолданылғанын міндетті түрде көрсетілуі тиіс.

Бақылау жұмыстарының нұсқасын таңдап алу ережесі.

Курстың әрбір кредитіне (модуліне) 25-27 нұсқа келтірілген. Нұсқа нөмірі студенттің шифрының (сынақ кітапшасының нөмірінің) соңғы екі санымен анықталады. Немесе оқытушының журналдағы тізімі бойынша нұсқаны анықтауға болады.

3. I бөлім . Максвелл теориясының негіздері

3.1 Есеп шығару және қосымша сұрақтарға жауап беру үлгісі

1. **Есеп.** Біртекті магнит өрісінде орналасқан 100 орам сымнан тұратын соленоидтың индукциясы 2 мТл/с жылдамдықпен өзгереді. Радиусы 0,2 м осы соленоидтың осі магнит өрісі индукциясының векторымен 60^0 бұрыш жасағанда, пайда болған индукцияның ЭҚК-і

Берілгені:

$$B/t = 2 \text{ мТл/с}; N=100; r = 0.2 \text{ м};$$

$$\alpha = 60^0.$$

$$\varepsilon - ?$$

Шешуі:

ЭҚК-і Фарадей заңы бойынша:

$$\varepsilon_i = -\frac{d\Phi}{dt} \quad (1)$$

Енді магнит ағынын анықтаймыз

$$d\Phi = \vec{B} d\vec{S} = B_n dS = BS \cos \alpha, \quad (2)$$

(2) теңдеудің мәнін (1) қоямыз, $S = \pi r^2$ ескереміз:

$$\varepsilon = -\frac{BS \cos \alpha}{t} = \frac{B}{t} \pi r^2 \cos \alpha,$$

$$\varepsilon = 2 \cdot 10^{-3} \cdot 3.14 \cdot 0.04 \cdot 0.5 = 12.5 \cdot 10^{-3} \text{ В}.$$

Жауабы: $\varepsilon = 12,5 \text{ мВ}$.

2. **Есеп.** Қозғалтқышы реактивті ұшақтың жылдамдығы $v=950$ км/сағ. Егер Жердің магнит өрісі кернеулігінің вертикаль құраушысы $H_B=39,8$ А/м және ұшақ қанаттарының ұзындығы $l=12,5$ м болса, онда қанаттарының ұштарында пайда болатын индукциялық ЭҚК-ін ε табыңыз.

Берілгені:

$$v=950 \text{ км/сағ}; H_B=39,8 \text{ А/м}; l=12,5 \text{ м}.$$

$$\varepsilon - ?$$

Шешуі:

ЭҚК-і Фарадей заңы бойынша:

$$\varepsilon_i = -\frac{d\Phi}{dt} \quad (1)$$

Енді магнит ағынын анықтаймыз

$$\Delta\Phi = B\Delta S; \quad (2)$$

Магнит индукциямен B және аудан S мәнін табамыз:

$$B = \mu\mu_0 H; \quad \Delta S = \nu\Delta t; \quad (3)$$

(3) \Rightarrow (2):

$$\Delta\Phi = \mu\mu_0 H\nu\Delta t, \quad (4)$$

(4) \Rightarrow (1)

$$\varepsilon = \frac{\mu\mu_0 H\nu\Delta t}{\Delta t} = \mu\mu_0 H\nu,$$

$$\varepsilon = 0,165 \text{ В.}$$

Жауабы: $\varepsilon=0,165 \text{ В}$

3.2 Есептеу-сызба жұмыс (ЕСЖ) № 1. Максвелл теориясының негіздері тақырыбына тапсырмалар

Мақсаты: электрмагниттік индукция құбылысының максвелдік және фарадейлік тұжырымдауларын меңгеру.

1 кесте - Студенттерге арналған тапсырмалардың нұсқалары

Нұсқа	Жалпы физика курсының есептер жинағы./ В.С.Волькенштейн		Жалпы физика курсының есептер жинағы. /А.Г. Чертов, А.А. Воробьев			А қосымшасы
1.	11.47	11.114	25.6	25.31	26.1	1, 32
2.	11.48	11.115	25.7	25.32	26.2	2, 31
3.	11.49	11.116	25.8	25.33	26.3	3, 29
4.	11.50	11.117	25.9	25.34	26.4	4, 33
5.	11.51	11.118	25.10	25.35	26.5	7,37
6.	11.52	11.119	25.11	25.36	26.7	6, 30
7.	11.53	11.120	25.12	25.37	26.8	10, 28
8.	11.54	11.121	25.13	25.38	26.9	8, 36
9.	11.68	11.122	25.14	25.39	26.10	5, 35
10	11.93	11.123	25.15	25.40	26.11	9, 34
11	11.94	11.124	25.16	25.41	26.12	19, 38
12	11.95	11.125	25.17	25.42	26.13	13, 39
13	11.96	11.126	25.18	25.43	26.14	14, 40
14	11.98	11.127	25.19	25.44	26.12	15, 41
15	11.99	11.128	25.20	25.45	26.13	16, 42
16	11.100	11.129	25.21	25.46	26.14	12,43
17	11.103	11.130	25.22	25.47	26.15	17, 44
18	11.104	11.131	25.23	25.48	26.16	18, 46
19	11.105	11.132	25.24	25.49	26.17	20, 45
20	11.106	11.41	25.25	25,7	26.18	11,47

1 кестенің жалғасы

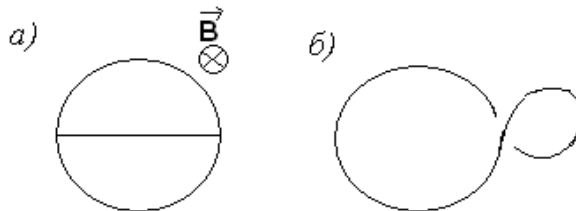
Нұсқа	Жалпы физика курсының есептер жинағы/ В.С.Волькенштейн		Жалпы физика курсының есептер жинағы. /А.Г. Чертов, А.А. Воробьев			А қосымшасы
21	11.109	11.42	25.26	25.8	26.19	21,52
22	11.110	11.43	25.27	25.9	26.20	22,49
23	11.111	11.44	25.28	25.10	26.21	27,50
24	11.112	11.45	25.29	25.11	26.22	23,51
25	11.113	11.46	25.30	25.12	26.23	19.48

3.3 А Қосымшасы

А.1 Өткізгіштегі индукцияның ЭҚК-і өткізгіштің тегіне, оның күйіне (мысалы, температурасына), оның біртекті немесе біртекті еместігіне байланысты болды ма? Тәжірибелік мәліметтерді сипаттап, индукцияның ЭҚК-ң пайда болу себептерінен қорытынды жасаңыз.

А.2 Магнит өрісінде қозғалған өткізгіштің ішіндегі еркін электр зарядтары не болады? Осы өткізгіш ішіндегі еркін электр зарядтарының қозғалысы қандай шартта тоқталады? Өткізгіш ұштарындағы потенциалдар айырымы неге тең?

А.3 А.1-суретте біртекті магнит өрісінде жіңішке сымнан жасалған жазық контурлар орналасқан. Өріс сурет жазықтығынан ары бағытталған. Өрістің индукциясын азайта бастады. Контурлардағы индукциялық токтардың бағытын көрсетіп, оны қалай анықтағаныңызды түсіндіріңіз.



А.1 сурет

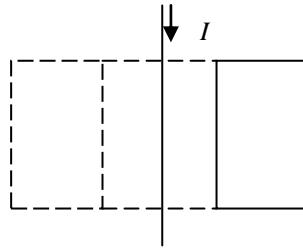
А.4 Күшті электромагнит магнитті емес өткізгіш затты тартып және тебе алады ма? Егер осы құбылыстар болса, онда олар неге негізделген?

А.5 Индукцияның ЭҚК-і $\varepsilon_i = -\frac{d\Phi}{dt}$ электромагниттік индукция заңына сәйкес өткізгішті қамтитын индукция ағынының өзгеру жылдамдығымен анықталады. Магнит ағынын өзгерту тәсілдерін сипаттап, мысал келтіріңіз.

А.6 Уақыттық тұрақтысының шамасы үлкен болатын тізбекте стационар ток өтіп тұр. Тізбекті ажыратқан кезде ұшқын немесе электр доғасы пайда болады? Осы құбылысты түсіндіріңіз.

А.7 Біртекті магнит өрісінде тұйық металл сақина ілгерілемелі қозғалады. Сақинада индукциялық ток пайда болды ма? Өрістегі сақинаның әр түрлі бағыттағы қозғалысын қарастырыңыз. Жауабыңызды түсіндіріңіз.

А.8 А.2 - суреттегі қозғалмайтын айналу өсі болып табылатын I тогы бар түзу өткізгішті өткізгіш рамка айналады. Ал рамка жазықтығы әрқашан да өткізгішпен бір жазықтықта болады. Осы кезде рамкада ток пайда болады ма?

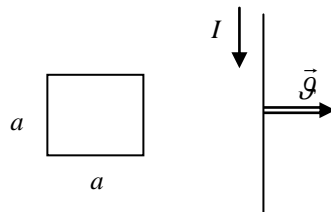


А.2 сурет

А.9 Дөңгелек өткізгіш жазық контур индукциясы \vec{B} , бағыты контур жазықтығына перпендикуляр болатын біртекті магнит өрісінде орналасқан. Мына жағдайларда контурда пайда болған токтың бағытын көрсетіңіз: а) B артады; б) B кемиді; в) контур созылады; г) контур сығылады.

А.10 Электр тізбегінің индуктивтігі L , актив кедергісі R . Тізбекті тұрақты ток көзіне қосқан кездегі токтың орнығу және тізбекті ажыратқан кездегі токтың азаю сызбаларын көрсетіңіз. $I_1 = 0$ ден $I_2 = 0.9I_0$ дейін мәндері арасындағы токтың орнығуы мен I_0 ден $0.1I_0$ дейін токтың азаюындағы уақыт аралықтары бірдей болады ма?

А.11 Тогы бар өткізгіш \vec{v} жылдамдықпен оңға қарай қозғалады (А.3 суретті қара). Жазықтығы I түзу ток жазықтығында жататын қабырғасы a тыныштықта тұрған квадрат рамкада пайда болған индукциялық токтың шамасы неге байланысты?



А.3 сурет

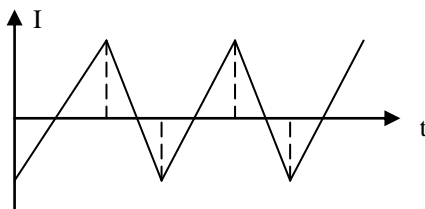
А.12 Индуктивтігі L , кедергісі R тізбектің уақыттық тұрақтысы L/R -ге тең. Осы уақыт ішінде ток өзінің бастапқы шамасынан $1/e$ мәніне дейін азаяды. Уақыттық тұрақтының өлшем бірлігі - секунда болатынын көрсетіңіз.

А.13 Тіктөртбұрышты рамка біртекті магнит өрісінің индукциясына перпендикуляр орналасқан. Ұзындығы l болатын рамканың бір қабырғасы өзіне параллель v жылдамдықпен қозғалады. Лоренц күшін пайдалана отырып, индукциялық ЭҚК-і магнит ағынының өзгеру жылдамдығына тең екенін көрсетіңіз.

А.14 Таға тәрізді магнит көбіне алюминийден жасалған денелерге әсер етпейді. Егер, айнала алатын алюминий дискінің үстіне таға тәрізді магнитті

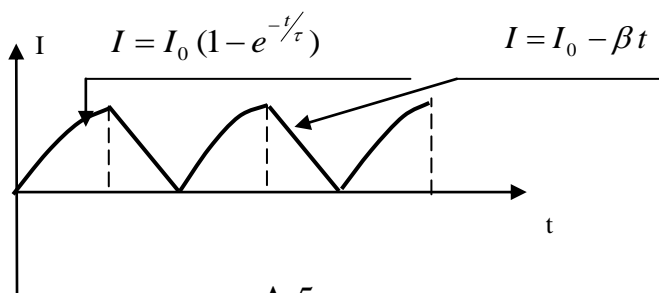
жіпке іліп қойып айналдырсақ, онда дискіде айнала бастайды. Неге? Диск қай бағытта айналады (автомобильдің спидометрі де осы тәрізді жұмыс істейді)?

А.15 Трансформатордың бірінші орамынан ара тәрізді пішінде ток өтеді (А.4 сурет). Трансформатордың екінші орамында пайда болатын индукцияның ЭҚК-ң уақытқа тәуелділігінің $\varepsilon(t)$ сапалық графигін көрсетіңіз. Бірінші орамдағы өздік индукция құбылысы ескерілмейді.



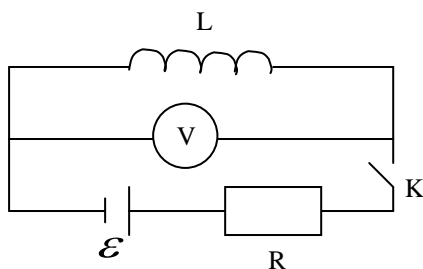
А.4 сурет

А.16 Индуктивтігі L шарғыдан өткен токтың уақытқа байланысты сызбасы А.6 - суретте көрсетілген, мұндағы τ, β - тұрақтылар. Шарғыдағы өздік индукция ЭҚК-ң уақытқа тәуелділігінің сапалық графигін тұрғызыңыз. $\varepsilon_s(t)$ -ң тәуелділік сипатын көрсетіңіз.



А.5 сурет

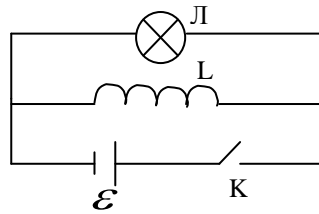
А.17 А.6 - суретте көрсетілген тізбекті $t=0$ уақыт мезетінде тұйықтайды. Тізбектегі ток күші I -ң және вольтметрдегі U кернеудің уақытқа байланыстылығының сапалық графигін тұрғызыңыз. (шарғының кедергісі ескерілмейді).



А.6 сурет

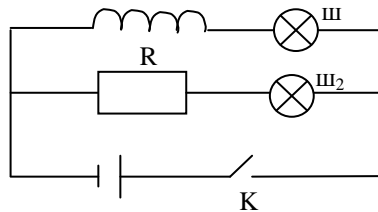
А.18 Тізбекті ажырату кезіндегі өздік индукцияның ЭҚК-ң пайда болу тәжірибесін көрсетуде келесі сызбаны пайдаланады (А.7 сурет). Тәжірибе сенімді болуы үшін, шарғынының актив кедергісі мен шамның кедергісінің қатынасы және шарғының индуктивтігі қандай болу керек? Тізбектің әртүрлі

параметрлері үшін (салыстырмалы түрде) тізбектегі токтың $I(t)$ тәуелділігінің сапалық графиктерін тұрғызыңыз.



А.7 сурет

А.19 Тізбекті қосқан кездегі өздік индукцияның ЭҚК-ң пайда болу тәжірибесін көрсетуде келесі сызбаны (А.8 сурет) пайдаланады: тәжірибе сенімді болуы үшін, тізбек тармақтарының актив кедергісінің қатынасы және шарғының индуктивтігі қандай болу керек? Кілтті қосқаннан кейінгі тізбектің тармақтарындағы токтың $I(t)$ тәуелділігінің сапалық графигін тұрғызыңыз.



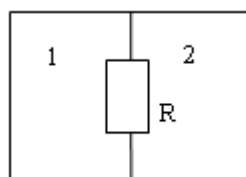
А 8 сурет

А.20 Тұйық темір өзекшеге екі орама оралған. Кернеуі U айнымалы ток көзі және сезімтал вольтметр болса, әр орамадағы орамдар санын қалай анықтауға болады?

А.21 Соленоиды бар тізбекті тұйықтағанда индукциялық токтың уақытқа тәуелді өзгеру сызбасын салыңыз. Сызба және уақыт сызығымен шектелген фигура ауданы нені сипаттайды? Сызба бойынша қандай магниттік шаманың өзгеруін анықтауға болатынын көрсетіңіз.

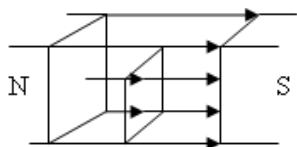
А.22 Индукциясы B болатын біртекті магнит өрісінде асқын өткізгіштен жасалынған сақина орналасқан. Күш сызықтары сақина жазықтығына перпендикуляр. Сыртқы магнит өрісін алып тастағанда сақина арқылы өтетін магнит ағыны неге тең болады?

А.23 1 және 2 контурлары айнымалы магнит өрісінде орналасқан (А.9 сурет). 1-ші контурдағы магнит ағыны $\Phi_1 = A_1 t$, ал 2-ші контурдағы $\Phi_2 = A_2 t$ заңдылықтары бойынша өзгереді. Қалған бөліктерінде магнит өрістері жоқ. R кедергісі бойымен ток жүрді ме? Қай бағытта? $A_1 > A_2$, $S_1 = S_2$ деп есептеңіз.

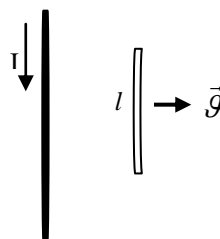


А.9 сурет

А.24 Индукциясы B болатын біртекті тұрақты магнит өрісін тудыратын электрмагнит үйектерінің арасында (А.10 сурет) тік бұрышты металл рамка орналасқан. Қандайда бір мезетте рамканы жібергенде, ол төмен қарай құлай бастайды. Құлап бара жатқан рамканың қозғалыс теңдеуін пайдаланып, рамканың ары қарай қозғалуын сипаттаңыз. Рамканың қозғалысының үдеуінің және жылдамдығының формулаларын жазыңыз. Магнит өрісі тек магнит полюстер арасында ғана.



А.10 сурет



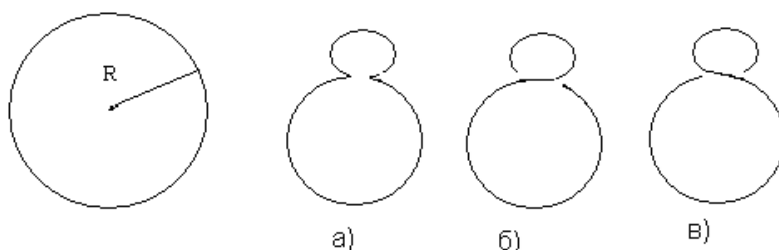
А.11 сурет

А.25 I тогы бар шексіз түзу өткізгіштің магнит өрісінде токқа перпендикуляр v жылдамдықпен ұзындығы l екінші өткізгіш қозғалады (А.11 сурет). l өткізгіш әрқашан I тогына параллель және онымен бір жазықтықта жатады. l өткізгіш ұштарындағы потенциалдар айырмасын тогы бар өткізгішке қатысты орналасуының функциясы ретінде анықтаңыз. Осы потенциалдар айырмасының тұрақты болуының шарттары қандай?

А.26 Екі дөңгелек орам бірінен кейін бірі орналасқан және олардың центрлері бір сызықтың бойында жатады. Олардың біреуіне батарея қосылса, одан өткен ток сағат тіліне қарсы бағытталады. а) Екінші орамда пайда болған индукциялық токтың бағыты қандай? б) Токтың жүруі қанша уақытқа созылады? в) 1) Өткізгіштің; 2) Орамдардың диаметрлерін екі есе үлкейтсек, индукциялық токтың ұзақтығы қалай өзгереді?

А.27 Радиусы R орам жазықтығына перпендикуляр магнит өрісін қосқанда, орам арқылы Q заряд ағып өтеді. Егер магнит өрісін өзгертпей, орамды екі дөңгелектен тұратын, кішісінің радиусы $R/4$ болатын «сегіздік» жасаса, орамнан қандай заряд ағып өтеді? «Сегіздік» жазықтығы да магнит өрісіне перпендикуляр. А.12 - суретте көрсетілген 3 жағдайды қарастырыңыз.

а) орам «сығылған»; б) кіші тұзақ бұралған; в) үлкен тұзақ бұралған.



А.12 сурет

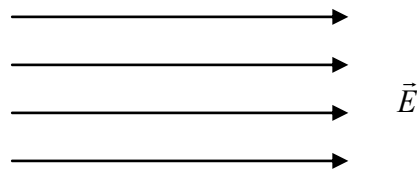
А.28 Кеңістіктің қандай да бір аймағында күш сызықтары тұйықталған электр өрісі болуы мүмкін бе? Қандай жағдайларда?

А.29 Максвелл теңдеулерінің негізгі қасиеттерін сипаттаңыз және осы теңдеулердің қолдану шектерін көрсетіңіз.

А.30 Неге \vec{D} ығысу векторының өзгеру жылдамдығы ығысу тогының тығыздығы деп аталады. \vec{D} векторының бағыты \vec{j}_{bc} векторының бағытымен бағыттас болады ма?

А.31 \vec{E} электростатикалық және құйынды электр өрістерінің кернеуліктерінің физикалық мағыналарының айырмашылықтары бар ма? Осы өрістердің қасиеттерінің негізгі айырмашылықтарын атаңыз.

А.32 Біртекті диэлектрлік ортада \vec{E} біртекті электр өрісі бар (А.13 сурет). \vec{E} векторының модулі $E = a/t$ заңы бойынша өзгереді, мұндағы a - оң тұрақты. Ығысу тогының тығыздығының модулінің өрнегін жазып, \vec{j} векторының бағытын көрсетіңіз.



А.13 сурет

А.33 Жазық конденсатордың астарларының арасындағы кернеу $U = U_0(1 - kt^2)$ заңы бойынша өзгереді. Конденсатордағы ығысу тогы $I_{bc} = -2kCU_0t$ өрнегімен өрнектелетінін дәлелдеңіз, мұндағы C - конденсатордың сыйымдылығы.

А.34 Жазық конденсатордың астарларының арасындағы кернеу $U = U_0 e^{-\beta t}$ заңы бойынша өзгереді, мұндағы U_0, β - оң тұрақтылар. Конденсатордағы ығысу тогы $I_{bc} = -C\beta U$ өрнегімен өрнектелетінін дәлелдеңіз, мұндағы C - конденсатордың сыйымдылығы.

А.35 Электрмагниттік өріс дегеніміз не? Электрмагниттік өрістің анықтамасы Максвелл теңдеулерімен қалай байланысқан?

А.36 Электр және магнетизм теориясының дербес заңдарын Максвелдің жалпылауында, бұл заңдар классикалық макроскопиялық электрдинамиканың барлық мазмұнын жинақы түрде өрнектейді. Толық ток заңынан Максвелл жүйесінің *екінші* теңдеуіне өткенде Максвелл қандай жалпыламаны пайдаланды?

А.37 Электр және магнетизм теориясының дербес заңдарын Максвелдің жалпылауында, бұл заңдар классикалық макроскопиялық электрдинамиканың барлық мазмұнын жинақы түрде өрнектейді. Фарадейдің электрмагниттік индукция заңынан жүйенің *бірінші* теңдеуіне өткенде Максвелл қандай жалпыламаны пайдаланды?

А.38 Өткізгіш сақинаның ауданынан өткен магнит ағыны бірқалыпты ұлғаяды. Сақинадағы құйынды электр өрісінің кернеулігі оның радиусына пропорционал екенін көрсетіңіз.

А.39 Кеңістіктің қандай да бір аймағында индукциясы \vec{B} біртекті магнит өрісі бар. Осы өрістің индукциясының модулі тұрақты жылдамдықпен өзгерді, яғни $\frac{\partial B}{\partial t} > 0$. \vec{B} магнит өрісі және \vec{E} электр өрісінің күш сызықтарын көрсетіңіз. \vec{E} векторының өрісі біртекті болады ма?

А.40 Радиусы R орамның жазықтығы индукциясы \vec{B} біртекті магнит өрісіне перпендикуляр орналасқан. Өрістің индукциясы $B = bt$ заңы бойынша өзгереді, мұндағы b - оң тұрақты; t – уақыт. Орамдағы құйынды электр өрісінің кернеулігінің өрнегін табыңыз.

А.41 Радиусы R орамның жазықтығы индукциясы \vec{B} біртекті магнит өрісіне перпендикуляр орналасқан. Өрістің индукциясы $B = bt$ заңы бойынша өзгереді, мұндағы b - оң тұрақты; t – уақыт. Электронның орам бойымен қозғалған кездегі индукцияланған электр өрісінің жұмысы $e\pi R^2 b$ -ге тең екенін дәлелденіз.

А.42 Қимасының радиусы R және бірлік ұзындығына келетін орам саны n ұзын түзу соленоидтың тогын $\frac{\Delta I}{\Delta t} = i A/c$ тұрақты жылдамдықпен өзгертеді. Құйынды электр өрісінің кернеулік векторының модулін соленоидтың осінен r ($r > R$) ара қашықтықтың функциясы ретінде табыңыз. \vec{H} және \vec{E} векторларының бағыттарын суретте көрсетіңіз. Осы тәуелділіктің графигін жобалап көрсетіңіз.

А.43 Қимасының радиусы R және бірлік ұзындығына келетін орам саны n ұзын түзу соленоидтың тогын $\frac{\Delta I}{\Delta t} = i A/c$ тұрақты жылдамдықпен өзгертеді. Құйынды электр өрісінің кернеулік векторының модулін соленоидтың осінен r ($r < R$) ара қашықтықтың функциясы ретінде табыңыз. \vec{H} және \vec{E} векторларының бағыттарын суретте көрсетіңіз. Осы тәуелділіктің графигін жобалап көрсетіңіз.

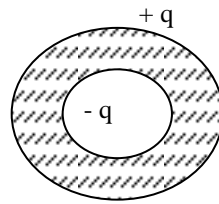
А.44 Біртекті ортада бөгде зарядтар мен токтар болмаған кезде, біртекті айнымалы магнит өрісі қандай өріс тудыратынын көрсетіңіз.

А.45 Біртекті ортада бөгде зарядтар мен токтар болмаған кезде, біртекті айнымалы электр өрісі қандай өріс тудыратынын көрсетіңіз.

А.46 Жазық конденсатордың диск пішінді астарларының арасында әлсіз өткізгіш орта бар. Конденсаторды зарядтап, ток көзінен ажыратты. Шектік эффектілерін ескермей, конденсатордың ішінде магнит өрісі жоқ екенін дәлелденіз.

А.47 Әлсіз өткізгіш ортамен толтырылған сфералық конденсатор А.14 суретте көрсетілген. Конденсаторды зарядтап, ток көзінен ажыратты. Конденсатордың разрядталуының кез келген уақыт мезетінде \vec{D} ығысу векторының сызықтары мен ығысу тогының сызықтарын кескінденіз.

Астарларының арасында зарядтар қозғалса да, конденсатордың ішінде магнит өрісі жоқ екенін көрсетіңіз.

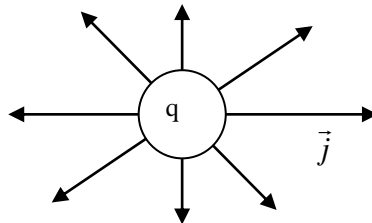


А.14 сурет

А.48 Ұзын цилиндрлік конденсатор кернеу көзінен қоректенеді. Конденсатор астарларының арасындағы кеңістікте толтырылған диэлектриктегі ығысу тогы ток көзінің тізбегіндегі өткізгіштік токқа тең екенін дәлелдеңіз.

А.49 Максвелдің екінші заңы бойынша уақыт бойынша өзгертін электр өрісі (ығысу тогы) өткізгіштік ток сияқты магнит өрісін тудырады. Осы тұжырымдама эксперименталды түрде қалай алынды?

А.50 Шектелмеген өткізгіш ортада q зарядталған металл шар бар (А.15 сурет). Орта өткізгіш болғандықтан, радиал бағыттарда өтетін электрлік токтар пайда болады, бірақ шарды қоршаған ортада магнит өрісі пайда болмайды. Осыны дәлелдеңіз.



А
А.15 сурет

А.51 Ұзын түзу соленоидтың бірлік ұзындығына сәйкес келетін n орамы бар. Соленоидпен $I = I_m \sin \omega t$ айнымалы ток өтеді. Ығысу тогының тығыздығын соленоид осінен r ара қашықтықтың функциясы ретінде анықтаңыз. Мына жағдайларды қарастырыңыз: а) $r < R$; б) $r > R$.

А.52 Индуктивтігі L асқын өткізгішті соленоид белгілі ЭҚК-і бар ток көзіне қосылуы мүмкін. Кілт тұйықталғаннан кейінгі ток күшінің уақытқа байланысын анықтаңыз және ток күшінің уақытқа байланыс $I(t)$ сызбасын құрыңыз.

А.53 Нағыз металдарда, мысалы: өткізгіштігі $\delta = 6,3 \cdot 10^7$ См/м мыста ығысу тогының тығыздығы өткізгіштік тогының тығыздығына қарағанда өте аз. Айнымалы токтың $\nu \cong 10^3$ МГц жиілігі үшін сандық бағасын беріңіз.

А.54 Радиусы R дөңгелек пластина тәрізді жазық ауа конденсаторы тұрақты токпен зарядталады. Пластиналардағы q заряд t зарядталу уақытына пропорционал артады. Конденсаторлардың арасында магнит өрісі болады ма?

Егер болады десеңіз, өрістің \vec{H} сызықтарының бағыттарын көрсетіп, $H(r)$ модулін анықтаңыз, мұндағы r - конденсатордың осінен басталған ара қашықтық. Астарлардың ара қашықтығын олардың сызықтық өлшемдерінен өте аз деп есептеңіз.

4. II бөлім . Толқындар мен тербелістер физикасы

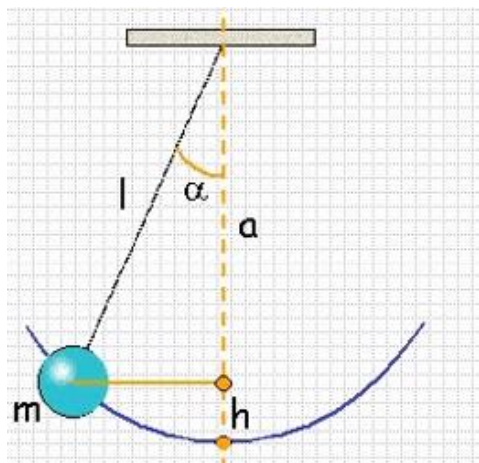
4.1 Есеп шығару және қосымша сұрақтарға жауап беру үлгісі

1. **Есеп.** Массасы $m = 200$ г математикалық маятниктің тербеліс жиілігі $n = 0,5$ с⁻¹ болса, жіптің вертикальдан $\alpha = 10^0$ қа тең ауытқу бұрышына сәйкес келетін жағдайы үшін потенциалдық энергиясы U қандай болады? Маятниктің тепе-теңдік жағдайындағы потенциалдық энергиясын нольге тең деп есептеу керек.

Берілгені:

$$\underline{m=200 \text{ г.}; \alpha = 10^0; n = 0,5 \text{ с}^{-1}}$$

$$U - ?$$



Шешуі:

$$U = mgh,$$

$$h = l - a,$$

$$a = l \cos \alpha,$$

$$U = mgl(1 - \cos \alpha),$$

$$n = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}},$$

$$l = \frac{g}{4\pi^2 n^2},$$

$$U = \frac{mg^2(1 - \cos \alpha)}{4\pi^2 n^2},$$

$$U = \frac{0.2 \cdot 96.04(1 - \cos 10^0)}{4 \cdot 9.86 \cdot 0.25} = 2.9 \cdot 10^{-3} \text{ Дж.}$$

Жауабы: $U=2.9 \cdot 10^{-3}$ Дж.

2. **Есеп.** Вакуумда x ось арқылы жазық электрмагниттік толқын таралады. Электр өрісінің кернеулігін амплитудасы 10 В/м. Магнит өрісінің кернеулігін амплитудасын анықтау қажет.

Берілгені:

$$\varepsilon=1$$

$$\mu=1$$

$$\underline{E_0=10 \text{ В/м}}$$

$$H_0 - ?$$

Шешуі:

$$\sqrt{\varepsilon_0 \varepsilon} E = \sqrt{\mu_0 \mu} H,$$

$$E = E_0 \cos(\omega t - kx),$$

$$H = H_0 \cos(\omega t - kx),$$

При $\varepsilon=1$ и $\mu=1$ $\sqrt{\varepsilon_0} E = \sqrt{\mu_0} H,$

$$H_0 = \sqrt{\frac{\varepsilon_0}{\mu_0}} E_0 = 26,5 \text{ мА/м.}$$

Жауабы: $H_0=26,5$ мА/м.

4.2 Есептеу-сызба жұмыс № 2. Толқындар мен тербелістер физикасы тақырыбына тапсырмалар

Мақсаты: толқындар мен тербелістер физикасын оқып үйрену және олардың физикалық мәнін ұғыну.

2 кесте - Студенттерге арналған тапсырмалардың нұсқалары

Нұсқа	Жалпы физика курсының есептер жинағы. / В.С.Волькенштейн				Жалпы физика курсының есептер жинағы. / А.Г. Чертов, А.А. Воробьев			Б қосымшасы
1.	12.1	12.26	12.51	14.10	6.1	6.32	6.57	1
2.	12.2	12.27	12.52	14.11	6.2	6.33	6.58	2
3.	12.3	12.28	12.53	14.12	6.3	6.34	6.59	3
4.	12.4	12.29	12.54	14.13	6.4	6.35	6.60	4
5.	12.5	12.30	12.55	14.15	6.5	6.36	6.61	5
6.	12.6	12.31	12.56	14.16	6.6	6.37	6.62	6
7.	12.7	12.32	12.57	14.17	6.7	6.38	6.63	7
8.	12.8	12.33	12.58	14.18	6.8	6.39	6.64	8
9.	12.9	12.34	12.59	14.19	6.9	6.40	6.65	9
10.	12.10	12.35	12.60	14.20	6.10	6.41	6.66	10
11.	12.11	12.36	12.61	14.21	6.11	6.42	6.67	11
12.	12.12	12.37	12.62	14.22	6.12	6.43	6.68	12
13.	12.13	12.38	12.63	14.23	6.13	6.44	6.69	13
14.	12.14	12.39	12.64	14.24	6.14	6.45	6.70	14
15.	12.15	12.40	12.65	14.25	6.15	6.46	6.71	15
16.	12.16	12.41	12.66	14.26	6.16	6.47	6.72	16
17.	12.17	12.42	14.1	14.27	6.17	6.48	6.73	17
18.	12.18	12.43	14.2	14.28	6.18	6.49	6.74	18
19.	12.19	12.44	14.3	12.56	6.19	6.50	6.75	19
20.	12.20	12.45	14.4	12.57	6.20	6.51	6.1	20
21.	12.21	12.46	14.5	12.58	6.21	6.52	6.2	21
22.	12.22	12.47	14.6	12.59	6.22	6.53	6.3	22
23.	12.23	12.48	14.7	12.60	6.23	6.54	6.4	23
24.	12.24	12.19	14.8	12.61	6.24	6.55	6.5	24
25.	12.25	12.50	14.9	12.62	6.25	6.56	6.6	25

4.3 Б қосымшасы

Б.1 Гармоникалық осциллятор дегеніміз не? Мысал келтіре отырып, осциллятордың тербелісін сипаттайтын теңдеуді, оның шешімін жазыңыз.

Б.2 Тербелмелі контурда өтетін еркін гармоникалық тербелістер кезінде қандай процестер өтеді? Оны маятниктің механикалық тербелістерімен салыстырыңыз.

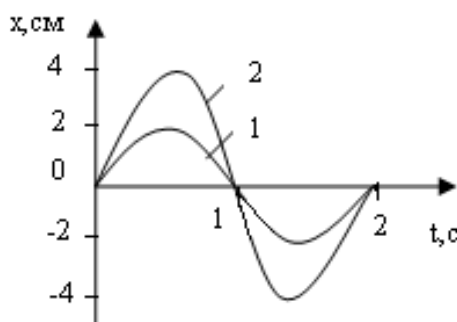
Б.3 Физикалық маятник деген не және оның тербелісін сипаттайтын теңдеуін жазыңыз. Физикалық маятниктің келтірілген ұзындығы дегеніміз не?

Б.4 Автотербелістер дегеніміз не? Мәжбүр және еркін өшпейтін тербелістердің айырмашылықтары қандай? Олардың қолданылуы.

Б.5 Табиғи жарық толқыны Брюстер бұрышымен вакуум-диэлектрик шекарасына түседі. Шағылған және сынған толқындар қандай бұрышпен таралады? Олар қалай үйектелген? Неге?

Б.6 Гармоникалық тербеліс кезінде тербеліс периодына тең уақыт ішінде квазисерпімді күштің жұмысы неге тең болады? Жауабын түсіндіріңіз.

Б.7 Қосылатын екі тербелістің ығысуының уақытқа тәуелділігі Б.1-суретте көрсетілген. Олардың және қорытқы тербелісінің теңдеулерін жазып, қорытқы тербелісінің сызбасын сызыңыз.



Б.1 сурет

Б.8 Голография. Қазіргі заманғы голографияның дамуы және болашақта оны қолдану.

Б.9 Екі саусақты бір-біріне тығыз етіп жақындатсақ, екеуінің арасында күңгірт сызық пайда болады. Осындай күңгірт сызықтардың жиынтығын шапанышқыны айналдырғанда, оның тістерінің арасында пайда болғанын байқауға болады. Күңгірт сызықтардың пайда болуын түсіндіріңіз.

Б.10 Пойнтинг векторы, оның мағынасы. Қума электромагниттік толқынның қарқындылығы мен Пойнтинг векторы арасында қандай байланыс бар? Пойнтинг векторының бағытын мысал келтіре отырып, көрсетіңіз.

Б.11 Гармоникалық механикалық тербелістің амплитудасы мен бастапқы фазасы неге тәуелді? Алынған тәуелділіктерді талдаңыз.

Б.12 Ығысу амплитудасы (заряд) мен жылдамдықтың (ток) резонанстық қисықтарын салып, талдаңыз. Олардың айырмашылықтары неде?

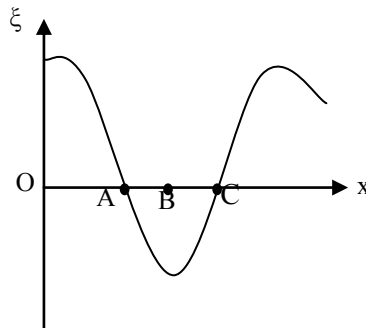
Б.13 Ұлы әнші тенор Энрико Карузо бар даусымен жоғары нотаны

алғанда, шыны бокал шытынайды екен. Мұны қалай түсінуге болады?

Б.14 Екі серіппелі маятник бірдей периодпен тік бағытта тербеледі. Екінші маятник екі периодқа және периодтың жартысына кешігіп тербеле бастады. Уақыттың кез келген мезетінде осы маятниктердің бір-біріне қатысты жылдамдықтарының бағыты туралы не айтуға болады? Маятниктердің бір-біріне қатысты қалай тербеледі? Жауабын дәлелденіз.

Б.15 Қума және көлденең толқындар. $\xi = A \cos(\omega t - kx)$ тендеуі қандай толқынды сипаттайды, көлденең бе қума ма? Неге?

Б.16 Б.2 - суретте x осі бойымен таралған толқын бөлшектерінің ығысуының «мезеттік» фотосуреті берілген. Тербелісі сурет жазықтығында өтетін қума және көлденең толқын үшін А, В және С нүктелерінде бөлшектің жылдамдығының бағытын көрсетіңіз. Екі жағдайда В нүктесінде бөлшектің жылдамдығы неге тең болады?



Б.2 сурет

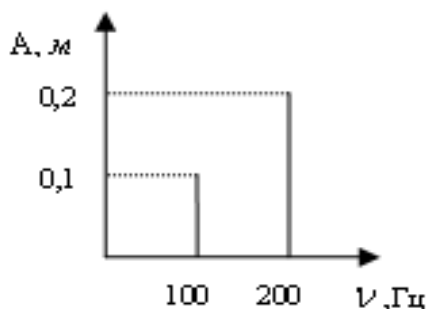
Б.17 Неге екі табиғи жарық көздері когерентті бола алмайды? Когерентті жарық көздерін алу үшін оптикада қандай әдістер қолданылады?

Б.18 Жазық электромагниттік толқынның электр өрісі $E_x = E_0 \cos(\omega t - kz)$, $E_y = E_z = 0$ заңымен өзгереді: а) \vec{B}_0 шамасы мен бағытын; б) толқынның таралу бағытын анықтаңыз. \vec{B} -ң өзгеру заңын жазыңыз.

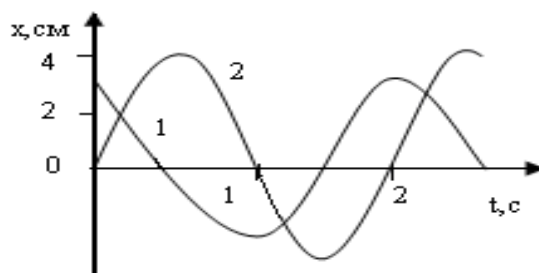
Б.19 Жазық жарық толқыны түсетін мөлдір емес бөгетте дөңгелек саңылау бар. Саңылау тұсында экран орналасқан. Егер экранды бөгеттен алыстатсақ, экранда байқалатын диффракциялдылығы қалай өзгереді?

Б.20 Геофизиктер Жердің сұйық ядросының бар екендігін серпінді толқынның қандай қасиеттері арқылы және қалай білді?

Б.21 Сызба бойынша (Б.3 сурет) гармоникалық тербелістің теңдеуін жазып, максималь жылдамдығын және үдеуін анықтаңыз. Тербелістің бастапқы фазасын анықтауға болады ма?



Б.3 сурет

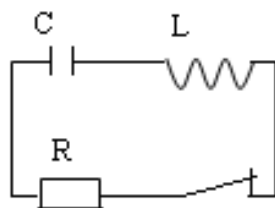


Б.4 сурет

Б.22 Қосылатын екі тербелістің ығысуының уақытқа тәуелділігі Б.4 - суретте көрсетілген. Олардың және қорытқы тербелістің теңдеулерін жазып, қорытқы тербелістің сызбасын сызыңыз.

Б.23 LCR – контурына тізбектей жалғанған және конденсатордағы жиналған энергия (Б.5 сурет) R актив кедергідегі жылудың бөлінуінен азаяды. Энергияның $\frac{dW}{dt}$ азаю жылдамдығын жазыңыз.

Қандай шама «сұйық үйкеліс» күш рөлін атқарады? Жүйенің қозғалыс теңдеуін - q зарядтың t уақытқа тәуелді дифференциалды теңдеуін алыңыз. Жүйенің ω_0 мешікті жиілігін және тербелістің β өшу коэффициентін анықтаңыз.



Б.5 сурет

Б.24 Пластмассадан жасалған беттік поляроидтық жапқыш қабаттар бас-тапқы кезде автомобиль фарларына арналып, яғни қарсы кездескен автомобиль жүргізушісінің көздерін шағылыстырмау үшін жасалды. Ол қалай жасалады және поляроидты қалай бағыттаған дұрыс болады? Қарсы кездескен машина бәрі-бір көріну үшін біраз жарық жапқыш қабаттан өту керек екенін ескеріңіз.

Б.25 Пойнтинг векторы, оның мағынасы. Мысал ретінде \vec{j} тығыздығы бар тұрақты ток жүретін біртекті өткізгіштің бөлігі үшін электромагниттік өрістің энергия ағынының шамасын тауып, энергия тасымалының бағытын анықтаңыз.

Б.26 Пойнтинг векторы, оның мағынасы. Мысал ретінде \vec{j} тығыздығы бар тұрақты ток жүретін біртекті емес (бөгде күштердің өрісі бірдей, $\vec{E}^* = const$) өткізгіштің бөлігі үшін электромагниттік өрістің энергия ағынының шамасын тауып, энергия тасымалының бағытын анықтаңыз.

Б.27 Суда табанының ауданы S және биіктігі H параллелипед тәрізді мұз жүзіп жүр. Мұзды суға кішкене x тереңдікке батырып, қайтадан қоя береді. Судың кедергісін ескермей, оның тербелісінің периодын анықтаңыз. Егер судың кедергісі жылдамдыққа пропорционал болса, тербеліс периоды қалай өзгереді? Екі жағдай үшін мұздың $x=x(t)$ қозғалыс заңдарын жазыңыз.

5. III бөлім Кванттық физика және атом физикасы

5.1 Есеп шығару және қосымша сұрақтарға жауап беру үлгісі

1. **Есеп.** Күн спектрінде энергия максимумы 470 нм маңындағы толқын ұзындықтар диапазонына келеді. Күн бетінің қасиеттерін абсолют қара дене қасиеттеріне ұқсас деп есептеп, сәуле шығару салдарынан Күн 1 с-та қанша массасын жоғалтатынын анықтаңыз. Күн массасы 1%-ке кему үшін қанша уақыт керек? Күн массасы $2 \cdot 10^{30} \text{ кг}$, радиусы $7 \cdot 10^8 \text{ м}$. ($\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}^4$, $\epsilon = 2.9 \cdot 10^{-3} \text{ м} \cdot \text{К}$)

Берілгені:

$$\lambda = 470 \text{ нм};$$

$$t = 1 \text{ с};$$

$$m = 2 \cdot 10^{30} \text{ кг};$$

$$\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}^4;$$

$$\epsilon = 2.9 \cdot 10^{-3} \text{ м} \cdot \text{К};$$

$$\Delta t - ? \quad \Delta m = ?$$

Шешуі:

Вин заңын пайдаланып, Күн бетінің температурасын табамыз:

$$T = \frac{\epsilon}{\lambda_m} = \frac{2,898 \cdot 10^3}{470 \cdot 10^{-9}} = 6,16 \cdot 10^3 \text{ К}$$

Күн бетінің бірлік ауданынан уақыт бірлігінде $R_s = \sigma T^4$ энергия, ал Күннің бүкіл бетінен $E = R_s \cdot 4\pi r^2 = \sigma T^4 \cdot 4\pi r^2$ энергия шығарылады.

$$E = 5,670 \cdot 10^{-8} (6,16 \cdot 10^3)^4 \cdot 4 \cdot 3,14 \cdot (7 \cdot 10^8)^2 = 1,582 \cdot 10^{26} \text{ Дж/с}$$

Энергияның осы шығыны массаның кемуімен қоса жүреді:

$$\Delta m = \frac{E}{c^2} = \frac{1,582 \cdot 10^{26}}{(3 \cdot 10^8)^2} \approx 1,76 \cdot 10^9 \text{ кг/с}$$

Күн массасы 1%-ке кемуі үшін

$$\Delta t = \frac{0,01 \cdot M}{\Delta m} = \frac{0,01 \cdot 2 \cdot 10^{30}}{1,76 \cdot 10^9} \approx 1,13 \cdot 10^{19} \text{ с} \approx 3,59 \cdot 10^{11} \text{ жыл уақыт керек.}$$

Жауабы: $1,76 \cdot 10^9 \text{ кг/с}$, $3,59 \cdot 10^{11}$

2 **Есеп.** Металл бетіне толқын ұзындығы $\lambda = 413 \text{ нм}$ монохромат жарық шоғы түседі. Металл бетінен бөлініп шығатын фотоэлектрондар тежеуші потенциал $U_T = 1,00 \text{ В}$ болғанда толық бөгеледі. Шығу жұмысын және фотоэффектің қызыл шекарасын анықтау керек. ($e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$;

$$h = 6.63 \cdot 10^{-34} \text{ Дж}\cdot\text{с}, \quad c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}.$$

Берілгені:

$$\lambda = 413 \text{ нм};$$

$$U_T = 1,00 \text{ В};$$

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл};$$

$$h = 6.63 \cdot 10^{-34} \text{ Дж}\cdot\text{с}, \quad c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}.$$

$$A - ? \quad \lambda = ?$$

Шешуі:

Фотоэффект үшін Энштейн теңдеуін мына түрде жазамыз

$$\frac{hc}{\lambda} = A + \frac{m g_{\max}^2}{2}$$

Өте шапшаң электрондардың өзі U_m потенциалдар айырымына сәйкес электр өрісінде арқашықтықты өтіп бөгелетіндіктен, бұлардың бастапқы $E_k = \frac{m g_{\max}^2}{2}$ кинетикалық энергиясы U_m шамасымен былайша байланысқан

болады: $E_k = eU_m$. Демек, $\frac{hc}{\lambda} = A + eU_m$.

Осыдан электронның шығу жұмысы:

$$A = \frac{hc}{\lambda} - eU_m = 3,2 \cdot 10^{-19} \text{ Дж} = 2,0 \text{ эВ}$$

Фотоэффектің λ_k қызыл шегіне Энштейн теңдеуіндегі $E_k = 0$ сәйкес келеді. Сондықтан, $\lambda = \lambda_k$ деп ұйғарамыз. Сонда:

$$\lambda_k = \frac{hc}{\lambda} = 0,62 \cdot 10^{-6} \text{ м} = 620 \text{ нм}$$

Жауабы: $A = 3,2 \cdot 10^{-19} \text{ Дж} = 2,0 \text{ эВ}$. $\lambda = 620 \text{ нм}$

5.2 Есептеу - сызба жұмыс № 3. Кванттық физика және атом физикасы тақырыбына тапсырмалар

Мақсаты: кванттық және атом физикасының негізгі заңдары мен теңдеулерін оқып үйрену және олардың физикалық мәнін түсіну.

3 кесте - Студенттерге арналған тапсырмалардың нұсқалары

Нұсқа	В.С.Волькенштейн. Жалпы физика есептер жинағы.			А.Г.Чертов, А.А. Воробьев. Жалпы физика есептер жинағы.		В қосымшасы	Г қосымшасы
1	18.1	19.5	19.30	34.1	35.5	1	2,10
2	18.2	19.6	19.31	34.2	35.6	2	5,19
3	18.3	19.7	19.32	34.3	35.7	3	3,20
4	18.4	19.8	19.33	34.5	35.8	4	8,18
5	18.5	19.9	19.34	34.6	35.9	5	4,14
6	18.6	19.10	19.35	34.7	35.10	6	1,16
7	18.7	19.11	19.36	34.8	36.1	7	7,17
8	18.8	19.12	19.37	34.9	36.2	8	9,11
9	18.9	19.13	19.38	34.10	36.3	9	6,13
10	18.10	19.14	19.39	34.11	36.4	10	12,15

3 кестенің жалғасы

Нұсқа	В.С.Волькенштейн. Жалпы физика есептер жинағы.			А.Г.Чертов, А.А. Воробьев. Жалпы физика есептер жинағы.		В қосымшасы	Г қосымшасы
11	18.11	19.15	19.40	34.12	36.5	11	22,37
12	18.12	19.16	19.41	34.13	36.6	12	21,41
13	18.13	19.17	18.1	34.14	36.7	13	23,35
14	18.14	19.18	18.2	34.15	36.8	14	25,34
15	18.15	19.19	18.3	34.16	36.9	15	24,42
16	18.16	19.20	18.4	34.17	36.10	16	30,44
17	18.17	19.21	18.5	34.18	36.11	17	28,36
18	18.18	19.22	18.6	34.19	36.12	18	27,33
19	18.19	19.23	18.7	34.20	37.1	19	32,43
20	18.20	19.24	18.8	34.21	37.2	20	31,40
21	18.21	19.25	18.9	34.225	37.8	21	26,39
22	18.22	19.26	18.10	35.1	37.9	22	53,38
23	19.1	19.27	18.11	35.2	37.10	23	45,48
24	19.2	19.28	18.12	35.3	37.11	24	46,52
25	19.3	19.29	18.13	35.4	37.12	25	47,51

5.3 В қосымшасы

В1. Жарық жылдамдығын c -ны, бөлшектің m_0 тыныштық массасын және \hbar Планк тұрақтысын пайдаланып ұзындық өлшемді шаманың өрнегін құрындар. Бұл қандай шама және ол нені анықтайды?

В.2 Абсолют қара дененің сәуле шығарғыштық қабілетінің формуласын қорытуда М.Планк қандай гипотезаға сүйенді? h Планк тұрақтысының шамасы неге тең және физикалық мағынасы қандай? Планк тұрақтысының импульс моментінің өлшем бірлігімен өрнектелетінін көрсетіңіз.

В.3 Атомның орталық өрісінде электронның күйі қандай кванттық сандармен анықталады? Бұл сандардың физикалық мағынасы қандай мәндерді қабылдай алады? Атомда қанша электрон бірдей кванттық сандарға ие болады: а) n, l, m, m_s ; б) n, l, m ; в) n, l ; г) n ?

В.4 Жұту қабілеті a болатын, сәуле шығаруымен тепе-теңдікте болатын дене бетінің аумағына $\Phi_{\text{түс}}$ -энергия ағыны түседі. а) бет аумағының $\Phi_{\text{жұт}}$ жұтатын ағынын; б) одан шағылған $\Phi_{\text{шағ}}$ энергия ағынын; в) бет аумағынан 2π денелік бұрыштық шекпен таралатын $\Phi_{\text{тол}}$ толық энергия ағынын анықтаңыз. Алынған нәтижелерді түсіндіріңіз.

В.5 Бор теориясының ішкі қайшылығы неде? Бор теориясы неге классикалық механикадан кванттық механикаға «өту» теориясы болып табылады?

В.6 Фотондардың басқа элементар бөлшектерден айырмашылығы неде? Оның негізгі сипаттық ерекшеліктерін ашып көрсетіңіз.

В.7 Бордың сәйкестік принципін тұжырымдаңыз. Сәйкестік принципінің жалпы мағынасы қандай?

В.8 Комптон эффектісі жарықтың корпускулалық қасиетін дәлелдейтінін көрсетіңіз. Көрінетін жарық шашырағанда Комптон эффектісі неге байқалмайды?

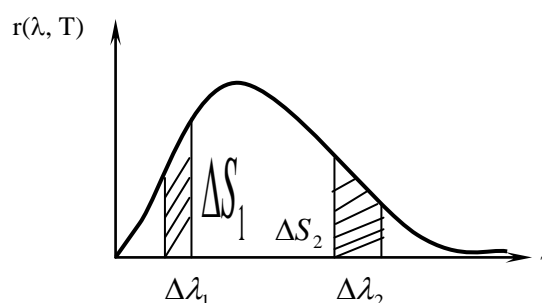
В.9 Максвелл электродинамикасында жарық – электромагниттік толқын, ал кванттық механикада жарық – фотон (бөлшек) ретінде қарастырылады. Мұнда қарама-қайшылық бар ма? Жауабыңызды түсіндіріңіз.

В.10 Толқындық оптика көмегімен сыртқы фотоэффект құбылысын түсіндіріңіз. Қандай қиыншылыққа кездесетінін көрсетіңіз?

В.11 Қара дененің $r_{\omega T}$ сәуле шығарғыштық қабілетінің жиілікке тәуелділігін кескіндеңдер. Оны пайдаланып, сәуле шығарушы дененің температурасын қалай есептеуге болады? Осы есептеулерді жүргізуде қандай заңдарға сүйенесіз?

В.12 Фотоэффект кезіндегі $U_{теж}$ тежеуіш потенциалдың бетке түскен ω сәуле жиілігіне тәуелділігінің сапалық графигін кескіндеңіз. Осы байланыстан қандай тұрақтыны алуға болады және қалай? Әртүрлі фотокатодтар үшін екі график тұрғызып, оны түсіндіріңіз.

В.13 Абсолют қара дененің сәуле шығару спектрінде, T температурада аудандары $\Delta S_1 = \Delta S_2$ болатын екі бөлік алынды (В.1 сурет). $\Delta\lambda$ – аймаққа сәйкес келетін орташа сәуле шығарғыштық қабілеті мен сәуле шығарудың энергетикалық жарқырауын салыстырыңыздар. Сәуле шығару кванттарының саны бірдей болады ма?



В.1 сурет

В.14 XIX ғасырдың аяғында физик Х.Лоренц «Өшкен пеш үлкен толқын ұзындықта сәуле шығара отырып, көгілдір сәуле шығармайтынын классикалық физика теңдеулері арқылы түсіндіруге болмайтыны» туралы қорытынды жасады. Осы қорытындының негізі неде? Бұл қиындықты кім және қалай шешті?

В.15 $\Delta W * \Delta t \geq \hbar$ анықталмағандықтар қатысының мағынасы қандай? Неліктен қозған энергетикалық деңгей «шайылғандай», ал негізгі деңгей шексіз жұқа?

В.16. Иондану энергиясы. Сутегі атомының иондану энергиясын есептеңдер және сутегінің иондалған атомы қалыпты күйге көшкенде сәуле шығару толқын ұзындығын анықтаңдар. Заряды Z сутегі тәрізді иондар (He^+, Li^{2+}, \dots) үшін иондану энергиясы неге тең?

В.17. Анықталмағандықтар арақатысын пайдаланып сутегі атомының минималь энергиясын және өлшемін бағалаңдар, алынған нәтижені Бор теориясымен салыстырыңдар.

В.18 $I_{\text{кан}}$ қанығу фототогының түскен жарық толқынындағы электр өріс кернеулігіне тәуелділігін кескіндеңіз. Сызбаны түсіндіріңіз.

В.19 Егер: а) толқынның спектрлік құрамын өзгертпей, оның толық жарық ағынын екі есе арттырса; б) фотон ағынын өзгертпей, монохроматты жарық жиілігін екі есе арттырса фотоэлементтің вольт-амперлік сипаттамасы қалай өзгереді?

В.20 Егер: а) фотон ағынын өзгертпей, монохроматты жарық жиілігін екі есе арттырса; б) фотон ағынын өзгертпей, монохроматты жарық жиілігін екі есе кемітсе фотоэлементтің вольт-амперлік сипаттамасы қалай өзгереді? Екі жағдайда фотоэффектінің кванттық шығуы өзгермейді деп алынады.

В.21 Бөлмеде ауа қалыпты жағдайда тұр. Ауа молекуласының де Бройль толқынының аса ықтимал ұзындығы қандай?

В.22 Планк формуласы көмегімен абсолют қара дененің энергетикалық жарқырауының спектрлік тығыздығы (сәуле шығару қабілеттілігі) $r_{\omega,t}$ үшін: а) $\hbar\omega \ll kT$ облысында; б) $\hbar\omega \gg kT$ облысында формулаларды алыңдар. Нәтижелерді талдаңдар.

В.23 Гейзенбергінің анықталмағандықтар қатынастарынан сызықты гармоникалық осциллятордың мүмкін болатын минимал энергиясын бағалаңыз. Алынған нәтижені гармоникалық осциллятордың «нөлдік энергиясымен» салыстырыңыз. Сұйық гелий неге кванттық сұйық деп аталады?

В.24 Энергияның сақталу заңы бойынша тыныштықтағы еркін электрон оған түскен фотонды жұтпайтынын түсіндіріңіз.

В.25 Туннелдік эффект дегеніміз не? Оның ықтималдылығы неге байланысты? Потенциалдық тосқауылдың D мөлдірлік коэффициентіне анықтама беріңіз. $E < U$ жағдайда бөлшектің потенциалдық шұңқыр арқылы өтуі энергияның сақталу заңына қайшы келмей ме?

В.26 Шексіз терең потенциалды шұңқырда электронның E энергиясы дәл анықталды. Яғни, электронның импульсінің ($p^2 = 2mE$) квадраты да анықталды. Бір жағынан электрон сызықтық өлшемдері l шектелген аймақта орналасқан. Бұл анықталмағандық қатынасқа қайшы келмей ме?

В.27 Бірөлшемді тікбұрышты шексіз терең потенциалдық шұңқырдағы бөлшектің энергиясының мүмкін болатын мәндерді $W_n = \frac{\pi^2 \hbar^2 n^2}{2ml^2} (n = 1, 2, \dots)$ шұңғыр еніне дебройлдың жарты толқынының бүтін санының орналасатын жағдайына сәйкес келетіндігін дәлелдендер.

5.4 Г Қосымшасы

Г.1 Қоспалық өткізгіштік. Қоспалардың рөлі. Аумақтық теория аясында p - және n - типті қоспалық шалаөткізгіштіктердің жасалуына мысалдар келтіріңдер.

Г.2 Кристалдағы және оқшауланған атомдағы электрондардың энергетикалық күйлерінің ерекшелігі неде? Атомдар кристалға біріккенде олардың энергетикалық спектрі қалай өзгереді?

Г.3 Кристалдағы энергетикалық аумақтар ені неге тәуелді? Жауапты түсіндіріңдер. Энергетикалық спектрлердің әртүрлі типтеріне (металдар, диэлектриктер, шалаөткізгіштер) мысалдар келтіріңдер.

Г.4 Асқын өткізгіштік. Оны қалай түсіндіруге болады?

Г.5 Бөлшектердің ажыратылмаушылық (теңбе-теңдік) принципі.

Г.6 Ішкі фотоэффект. Ішкі фотоэффектінің қызыл шекарасы. Фотоэффектінің қызыл шекарасын тәжірибе жүзінде анықтауға болады ма?

Г.7 p - n ауысудың VAC -сын салыңыз. Тура және кері токтың пайда болуын түсіндіріңіз. Шалаөткізгішті диодта ток қандай бағытта өтеді?

Г.8 Ферми-Дирак үлестірілуі. Қандай жағдайларда Ферми-Дирак үлестірілуі Больцман үлестірілуімен сәйкес келеді?

Г.9 Таза өткізгіштің температурасын өзгерткенде оның кедергісі қалай өзгереді? Оларда асқын өткізгіштік пайда болады ма?

Г.10 Протонның нейтронға түрлену реакциясын жазыңыз. Бұл түрлену неліктен энергетикалық түрде ядродағы протон үшін ғана мүмкін болатынын түсіндіріңіз.

Г.11 Ядролық өзара әсерлесудің механизмі неліктен алмасу түрінде өтеді? Бұдан басқа алмасатын өзара әсерлердің мысалын келтіріңіз.

Г.12 Фотокедергі. Фотокедергілергілердің жұмыс принципі және қолданылу аясы.

Г.13 β -ыдырау. Сақталу заңдарынан қандай «ауытқулар» нейтриноның (антинейтриноның) ашылуына алып келеді?

Г.14 Виртуал бөлшектер дегеніміз не? Мысал келтіріңіз. Олар қандай өзара әсерлесуге қатысады?

Г.15 γ -сәуле шығару. Ядро γ -сәуле шығарғанда элементтің химиялық табиғаты өзгереді ме?

Г.16 β -ыдырау. β -ыдырауды түсіндіруде қандай қиыншылықтар кездесті? Нейтронның протонға айналу теңдеуін жазыңыз.

Г.17 Неге ауыр ядролардың ыдырауы мен жеңіл ядролардың синтезі кезінде энергия бөлінеді? Бұл энергияның табиғаты қандай?

Г.18 Ядролық күштер. Олардың негізгі қасиеттерін атаңыз.

Г.19 Элементар бөлшектердің өзара әсерлесуінің барлық түрлерінде қандай сақталу заңдары орындалады?

Г.20 Ядро спині. Неліктен ядролар спині бірнеше бірліктен аспайды? Ядро спині нөлге тең болуы мүмкін бе?

Г.21 Классикалық және кванттық теориялардағы металдар өткізгіштігі формулаларын салыстырыңдар. Олардың математикалық ұқсастығына қарамастан түбегейлі принциптік ерекшелігі неде?

Г.22 Абсолют нөл, яғни $T = 0$ К температурадағы энергиялары әртүрлі күйлерге сәйкес келетін электрондардың үлестіруінің функциясының сапалық графигін салыңыз. Нәтижені түсіндіріңіз.

Г.23 Газдың азғындау (айныған) температурасы мен азғындау критерийі дегеніміз не? Мыстың азғындау температурасын есептеп, қорытынды жасаңыз.

Г.24 Фермиондардың абсолют нөлден жоғары ($T > 0$ К) температурада энергиясы бойынша үлестіруінің қисығын салып, түсіндіріңіз.

Г.25 Азғындау (айныған) температурасы. Кәдімгі атомдық және молекулалық газдарда азғындау температурасы ең төмен және металл кристалдарындағы электрондық газдарда азғындау температурасы ең жоғары болатынын қалай түсіндіруге болады?

Г.26 Екі валентті металдардың (алюминий, мыс, бериллий және т.б.) валенттік аумақтары түгел толтырылған болса да, олардың жақсы өткізгіш болатынын аймақтық теория тұрғысынан түсіндіріңіз.

Г.27 Электрондардың шығу жұмысын классикалық және кванттық физика негізінде түсіндіруінде қандай айырмашылық бар?

Г.28 Неліктен меншікті шалаөткізгіштерде Ферми деңгейі тыйым салынған аумақтың ортасында орналасқан?

Г.29 Металдағы электрондарға Больцман статистикасын қандай шарттарда қолдануға болады? Ферми таралу функциясын пайдалана отырып, Больцман таралуын алыңыз.

Г.30 Шалаөткізгіштер мен металдардың электр өткізгіштіктерінің температуралық тәуелділіктері бір-бірінен қалай ерекшеленеді? Жауабыңызды түсіндіріңіз.

Г.31 n -типті өткізгіш қалай пайда болады? Қандай ток тасымалдаушылар негізгі болып табылады және олардың концентрациясы неге тәуелді? Осы жағдайда қандай бөлшектер негізгі емес ток тасымалдаушылар болады және олардың концентрациясы неге тәуелді? Оларға сәйкес формулалар мен графиктерді пайдаланып, түсіндіріңіз.

Г.32 Қоспалық және меншіктік өткізгіштік. Неліктен жеткілікті жоғары температураларда қоспалық шалаөткізгіштердің меншіктік өткізгіштігі басым?

Г.33 Алмасу әсері іске асатын бөлшектің массасын қалай бағалауға болады? Мысал келтіріңіз.

Г.34 Нуклондар арасындағы өзара әсер ядролық күштер теориясына сәйкес массасы $m_{\pi}c^2 \approx 140$ МэВ болатын виртуал пиондардың алмасуы арқылы болады. Анықталмағандық қатынасын пайдалана отырып, ядролық күштердің әсер ету r радиусын бағалаңыз.

Г.35 e^- қармап алу сұлабасын жазыңыз. e^- қармап алу не шығарады? Оның β^{\pm} -ыдыраудан айырмашылығы қандай?

Г.36 α -бөлшек дегеніміз не? Оның қасиеттері қандай? α -бөлшек қандай жағдайда биіктігі оның толық энергиясынан үлкен потенциалдық тосқауылдан өте алады?

Г.37 Ядролық және электромагниттік күштердің қасиеттеріне салыстырмалы түрде талдау жасаңыз. Олардың ұқсастығы мен айырмашылықтары қандай?

Г.38 Радиоактивті препараттың массасының уақыт бойынша өзгеру заңын қорытыңыз.

Г.39 Радиоактивті ыдырау жылдамдығын жартылай ыдырау периоды $T_{1/2}$ мен атомдардың бастапқы саны N_0 арқылы жазыңыз.

Г.40 Нейтронның электр заряды болмаса да, оның теріс меншікті магнит моменті бар. Мұны қалай түсіндіресіз?

Г.41 Виртуал бөлшектердің нақты бөлшектерден айырмашылығы қандай? Виртуал бөлшектердің атқаратын қызметі қандай?

Г.42 Ядролық реакцияларды талдауда қандай физикалық заңдар маңызды болып есептеледі? Олардың әрқайсысының қолданылуын түсіндіріңіз.

Г.43 Ядролық реакция өнімдерінің кинетикалық энергиясының бастапқы ядролар кинетикалық энергиясынан үлкен немесе кіші болатындығын өлшеулер көрсетеді. Мұны мысалдармен түсіндіріңіздер.

Г.44 Бірдей ядролардың α -ыдырауы кезінде α -бөлшектер энергиялары бірдей, ал бірдей ядролардың β -ыдырауы кезінде β -бөлшектер энергиялары әртүрлі, неліктен?

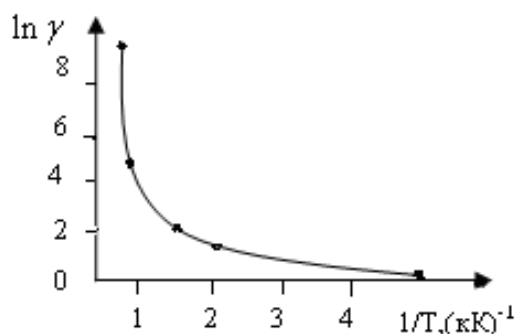
Г.45 Аумақтар теориясы тұрғысынан екі металдың тоғысуы.

Г.46 Ферми және Больцман статистикаларын пайдалана отырып, $W - W_E \ll kT$ жағдайы үшін W энергетикалық деңгейінің электрондармен толтырылу ықтималдылығын есептеңіз.

Г.47 Шалаөткізгіштің меншікті өткізгіштігінің $\Delta W \gg kT$ жағдайы үшін ρ меншікті кедергінің температуралық тәуелділігін табындар.

Г.48 Меншікті байланыс энергиясының массалық санға тәуелділік графигін салыңыз. Осы графигті пайдалану арқылы, энергияның көп мөлшері бөлінуімен қатар қандай процестер өтетінін түсіндіріңіз. Бұл қандай процестер және олар қайда қолданылады?

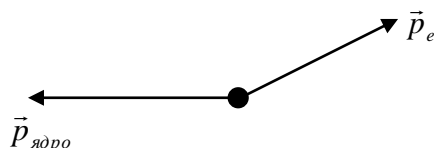
Г.49 Г1 суретінде n -типті қоспалық шалаөткізгіштің γ меншікті өткізгіштігінің $1/T$ (T , К) кері температурадан тәуелділігінің графигі келтірілген. Меншікті және қоспалық шалаөткізгіштер үшін температуралар облыстарын анықтаңдар. Шалаөткізгіштің тыйым салынған аумағының ΔW енін және донорлық деңгейлер мен өткізгіштік аумағы арасындағы энергетикалық саңылау ΔW_d енін табындар.



Г.1 сурет

Г.50 Ферми деңгейі. Шалаөткізгіштерде Ферми деңгейіне температураның көтерілуі қалай әсер ететіндігін түсіндіріңдер.

Г.51 β -ыдырауда электрон ұшып шыққан атом ядросының жылдамдығы электронның жылдамдығынан басқа бағытқа бағытталды (Г.2 суретті қара). Мұны қалай түсіндіруге болады?



Г.2 сурет

Г.52 Ядроның тамшы моделі. Осы модель негізіндегі түсіндірмелер мен фактілер. Осы моделді атом ядросының қандай қасиеттері дәлелдейді, оның жетіспеушіліктері қандай?

Г.53 Ядроның қабыршықты моделі. Осы модель негізінде қандай эксперименттік дәлелдер жатыр? Осы модель көмегімен қандай негізгі нәтижелер алынды?

Г.54 Ядродағы зарядталған бөлшектердің шашырау бойынша жүргізілген тәжірибелер бірінші жуықтауда ядроның радиусы $R = 1.2 \cdot 10^{-15} A^{1/3}$ м, формуламен анықталатын шар болып есептелуі мүмкін, мұндағы A - ядроның массалық саны. Бұл тәуелділіктен ядролық күштердің қандай қасиеттерін көруге болады? Түсіндіріңіз.

Әдебиеттер тізімі

1. Иродов И.Е. Электромагнетизм. Негізгі заңдар: оқулық / И.Е. Иродов.- Алматы, 2013. - 332 б.
2. Волькенштейн В.С. Жалпы физика курсының есептер жинағы. – Алматы.: Нур - Принт, 2012. - 450 б.
3. Иродов И.Е. Кванттық физика. Негізгі заңдар: оқулық / И.Е. Иродов; ҚР БЖҒМ. - Алматы, 2012. - 216 б.
4. Трофимова Т.И., Физика курсы бойынша шешулері қоса берілген есептер жинағы: оқу құралы / Т.И. Трофимова, З.Г. Павлова.- 6 бас.стер.- М.: Жоғары мектеп, 2010. - 592 б.
5. Детлаф А.А. , Яворский Б.М. Курс физики. - М.: Высш. шк., 2002.
6. Трофимова Т.И. Курс физики. - М.: Высш. шк., 2004.
7. Курс физики. Под ред. Лозовского В.Н. – СПб.: Лань, 2001. – т. 1, 2.
8. Савельев И.В. Жалпы физика курсы: 2 –ші кітап: Электр. – М.: «Издательство АСТ», 2004.
9. Савельев И.В. Жалпы физика курсы: Кн. 4: Толқындар. Оптика. – М.: «Издательство АСТ», 2004.
10. Савельев И.В. Курс физики: Кн. 5: Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. – М.: «Издательство АСТ», 2004.
11. Физика. Задания к практическим занятиям. Под ред. Ж.П. Лагутиной. – Мн.: Высш. шк., 1985.
12. Чертов А.Г. Задачник по физике: учебное пособие - М.: Физматлит, 1981, 2009. – 640 с.
13. Иродов И.Е. Задачи по общей физике. - М.: Физматлит., 1988.
14. Физика. Тест сұрақтары - 2 бөлім. Электромагнетизм. – Алматы: АИЭС, 2002.
15. Физика. Тест сұрақтары- 2 бөлім. Тербелістер мен толқындар. – Алматы: АИЭС, 2004
16. Физика. Тест сұрақтары- 2 бөлім. Кванттық физика. Атом ядросының физика. – Алматы: АИЭС, 2004

Мазмұны

Кіріспе.....	3
1 «Физика 2» пәнін меңгеруге арналған сілтемелер.....	4
2 Есептеу-графикалық жұмыстарын орындауға және дайындауға қойылатын жалпы талаптар.....	5
3. I бөлім . Максвелл теориясының негіздері.....	6
3.1 Есеп шығару және қосымша сұрақтарға жауап беру үлгісі.....	6
3.2 Есептеу-сызба жұмыс (ЕСЖ) № 1. Максвелл теориясының негіздері тақырыбына тапсырмалар.....	7
3.3 А Қосымшасы.....	8
4. II бөлім . Толқындар мен тербелістер физикасы.....	16
4.1 Есеп шығару және қосымша сұрақтарға жауап беру үлгісі.....	16
4.2 Есептеу-сызба жұмыс № 2. Толқындар мен тербелістер физикасы тақырыбына тапсырмалар.....	17
4.3 Б қосымшасы.....	18
5. III бөлім Кванттық физика және атом физикасы.....	21
5.1 Есеп шығару және қосымша сұрақтарға жауап беру үлгісі.....	21
5.2 Есептеу-сызба жұмыс № 3. Кванттық физика және атом физикасы тақырыбына тапсырмалар.....	22
5.3 В қосымшасы.....	23
5.4 Г Қосымшасы.....	26
Әдебиеттер тізімі.....	30

Алджамбекова Гулдана Тлеужановна
Жарылкасын Искаков
Наурызбаева Гульнара Кадырбековна

ФИЗИКА 1

Физика 2. Есептеу-сызба жұмыстарын орындау бойынша әдістемелік нұсқаулар 6B07101 – Электр энергетикасы мамандықтарының студенттеріне арналған

Редактор Ж.Изтелеуова
Стандарттау бойынша маман: Данько Е.Т.

Басуға _____ қол қойылды
Таралымы 20 дана
Көлемі 2,0 баспа табак

Пішімі 60x84 1/16
Баспаханалық қағаз №1
Тапсырыс _____ Бағасы 1000 тг.

«Ғұмарбек Даукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамының
көшірме-көбейткіш бюросы
050013, Алматы, Байтұрсынұлы көшесі, 126